

VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA

Hornicko-geologická fakulta

Institut environmentálního inženýrství

**SORBENTY PRO FIXACI ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK,
JEJICH PŘÍPRAVA A POUŽITÍ
SORBENTS FOR FIXATION OF POLLUTANTS, THEIR
PREPARATION AND APPLICATIONS**

Diplomová práce

Autor:

Bc. René Vojtěšek

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Silvie Heviánková, Ph.D.

Ostrava 2011

Prohlášení

- *Celou diplomovou práci včetně příloh, jsem vypracoval samostatně a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.*
- *Byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – využití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a využití díla školního a § 60 – školní dílo.*
- *Beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně, ke své vnitřní potřebě, diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).*
- *Souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci, obsažené v Záznamu o závěrečné práci, umístěném v příloze mé diplomové práce, budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.*
- *Bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.*
- *Bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).*

V Ostravě dne 29. 4. 2011

Bc. René Vojtěšek

Rád bych poděkoval vedoucí práce paní Ing. S. Heviánkové, Ph.D., za ochotně poskytnuté cenné odborné rady a připomínky v průběhu zpracování mé diplomové práce. Rovněž děkuji panu J. Daxnerovi za vstřícné jednání při získávání informací.

Anotace

Předložená diplomová práce se zabývá přípravou a testováním sorbentu na bázi popelu po spalování biomasy rostlinného původu v kompozici s vlákny celulózy a hydrofobizačním činidlem pro odstranění ropných látek z pevného povrchu a vodní hladiny, který byl vyvinut na Institutu environmentálního inženýrství, HGF, VŠB-TU Ostrava ve spolupráci se soukromým subjektem, firmou D&Daxner Technology, s.r.o. Testovaný sorbent je evidován na ÚPV pod názvem „Sorbent pro fixaci znečišťujících látek z pevných povrchů a vodní hladiny“ (evidenční číslo přihlášky patentu 052/01-11-2010; přijatý užitný vzor - číslo ochranného dokumentu 21726).

Získané výsledky sorpce ropných látek pomocí připraveného sorbentu jsou srovnávány s výsledky sorpce ropných látek použitím běžně dostupných hydrofobních sypkých sorbentů.

Klíčová slova: ropné látky, havárie, vodní hladina, pevný povrch, sorbent, sorpce

Summary

The diploma thesis focuses on sorbents preparation and testing. This testing is based on ashes from burning of plants biomass together with cellulose fibres and hydrophobic agent used for removing of oil products from solid surface and from water level. Tested sorbent was developed by Environmental engineering Institute, HGF, VSB - Technical University of Ostrava together with private company - D&Daxner Technology Ltd. and it is on file at UPV as a „Solid surface and water level pollution fixation sorbent“ (file number of patent application 052/01-11-2010, accepted utility model – number of protective document 21726).

Outcomes of this testing while using this special sorbent are compared to outcomes of testing while using common loose hydrophobic sorbent.

Key words: oil products, average, water level, solid surface, sorbent, sorption

Obsah

Seznam použitých zkratk

| | |
|---|-----------|
| ÚVOD..... | 9 |
| CÍL PRÁCE..... | 10 |
| 1. PROBLEMATIKA HAVÁRIÍ ROPNÝCH LÁTEK | 11 |
| 1.1 Rozdělení havárií | 14 |
| 1.1.1 Charakteristika prostředí postiženého havárií..... | 14 |
| 1.1.2 Typ závadné látky | 15 |
| 1.1.3 Příčiny havárií | 15 |
| 2. ODSTRAŇOVÁNÍ ROPNÝCH LÁTEK Z PEVNÉHO POVRCHU A VODNÍ | |
| HLADINY PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH | 17 |
| 2.1 Dostupné prostředky pro odstraňování ropných havárií:..... | 17 |
| 2.1.1 Norné stěny | 17 |
| 2.1.2 Sorbenty | 19 |
| 3. SORPCE A SORBENTY PRO LIKVIDACI ROPNÝCH LÁTEK..... | 21 |
| 3.1 Rozdělení sorbentů a jejich vlastnosti | 22 |
| 3.2 Jednotlivé typy sorbentů | 23 |
| 4. SORBENT PRO FIXACI ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z PEVNÝCH POVRCHŮ | |
| A VODNÍ HLADINY | 25 |
| 4.1 Popis sorbentu..... | 25 |
| 4.2 Příprava sorbentu pro laboratorní testování..... | 26 |
| 5. POUŽITÍ SORBENTU DLE „PV“ PRO ODSTRAŇOVÁNÍ ROPNÝCH LÁTEK | |
| | 28 |
| 5.1 Pomůcky, postup..... | 28 |
| 5.1.1 Pomůcky | 28 |
| 5.1.2 Postup na pevném povrchu | 28 |
| 5.1.3 Postup na vodní hladině..... | 29 |
| 5.2 Výsledky měření | 30 |
| 5.2.1 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 2% hydrofobizovaným popelem .. | 30 |
| 5.2.2 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 5% hydrofobizovaným popelem .. | 32 |
| 5.2.3 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 8% hydrofobizovaným popelem .. | 34 |

| | |
|--|----|
| 6. POUŽITÍ A SROVNÁNÍ VYBRANÉHO SORBENTU S BĚŽNĚ POUŽÍVANÝMI HYDROFOBními SORBENTY | 37 |
| 6.1. Použití Testovaného sorbentu na reálném povrchu | 37 |
| 6.2 Srovnání s výsledky testování sorpčních schopností hydrofobních sorbentů na vodní hladině provedených diplomantem v rámci bakalářské práce | 38 |
| Vyhodnocení srovnání hydrofobních sorbentů | 40 |
| 7. ZÁVĚR A DISKUZE | 41 |

Seznam použité literatury

Seznam příloh

Seznam použitých zkratk:

| | |
|---------|--|
| ŽP | životní prostředí |
| JPO | jednotka požární ochrany |
| HZS ČR | Hasičský záchranný sbor České republiky |
| IZS | integrovaný záchranný systém |
| ÚPV | Úřad průmyslového vlastnictví |
| HGF | Hornicko-geologická fakulta |
| VŠB-TUO | Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava |

ÚVOD

Dnešní doba a společnost se mimo jiné potýká i se stále se zvyšujícím počtem mimořádných událostí spojených s únikem nebezpečných látek do životního prostředí. Této problematice je nutno věnovat velkou pozornost, protože s rozvojem dopravy a rozvojem v oblasti chemického průmyslu vznikají stále nové chemikálie a jejich množství s novými technologiemi stoupá.

Ropa a ropné látky stále více znečišťují povrchové a podzemní vody a jsou příčinou největšího počtu havárií na vodních tocích. Zdrojem znečištění je zejména petrochemický průmysl, jeho závody a zařízení.

V ropě jsou přítomny uhlovodíky alifatické i cyklické (aromatické a hydroaromatické), alkany, isoalkany, cykloalkany, alkeny a aromatické uhlovodíky monocyklické i polycyklické. Kromě uhlovodíků jsou v ní obsaženy také kyslíkaté sloučeniny (fenoly, naftenové kyseliny), sirné sloučeniny (sirovodík, thioly, thiofen) a sloučeniny dusíkaté (deriváty pyridinu, chinolinu, indolu a pyrrolu). Mezi ropné látky patří produkty zpracování ropy, jako benziny, petrolej, motorová nafta a minerální oleje.

Reakcí na znečištění vody je proto použití speciálních zařízení, které jsou schopny nebezpečné látky ve vodě zachytit a částečně nebo úplně navrátit vodě její přirozené nezávadné vlastnosti. Po úniku znečištěné kapaliny se provádí její zachycení pomocí speciálních látek a materiálů, které jsou schopny kapalinu na sebe vázat, pohlcovat nebo s ní reagovat. Toto zachytávání kapalin probíhá na různých chemických nebo fyzikálních principech. Obecně se těmito principům říká sorpce. Ve skutečnosti se může jednat o absorpci, což je jev spojený s pohlčováním kapaliny dovnitř objemu pevné látky, kterou nazýváme absorbentem. V jiném případě se může jednat o adsorpci, což je jev spojený s pohlčováním kapaliny na povrch pevné látky, kterou nazýváme adsorbentem. Pokud je adsorpce spojena s následnou chemickou reakcí mezi kapalinou a pevnou látkou, hovoříme o chemické adsorbci. V praxi souhrnně všem těmto látkám a materiálům, které na sebe vážou kapalinu, říkáme sorbenty. Sorbenty jsou látky především v pevném skupenství, různého chemického složení, uvedené do takové formy, aby měly co největší aktivní povrch, a jsou hlavním předmětem předložené diplomové práce.

CÍL PRÁCE

Cílem diplomové práce byla příprava a testování sorbentu na bázi popelu po spalování biomasy rostlinného původu v kompozici s vlákny celulózy a hydrofobizačním činidlem pro odstranění ropných látek z pevného povrchu a vodní hladiny, který byl vyvinut na Institutu environmentálního inženýrství, HGF, VŠB-TU Ostrava ve spolupráci se soukromým subjektem, firmou D&Daxner Technology, s.r.o. Testovaný sorbent je evidován na ÚPV pod názvem „Sorbent pro fixaci znečišťujících látek z pevných povrchů a vodní hladiny“ (evidenční číslo přihlášky vynálezu 052/01-11-2010; přijatý užitný vzor - číslo ochranného dokumentu 21726).

Odstraňovanou ropnou látkou byla ve většině experimentů nafta. Výsledkem je výběr vhodné kombinace poměrů složek sorbentu. Při posuzování sorbentu na pevném povrchu byla sledována spotřeba sorbentu, schopnost sorbentu udržet nasorbované látky při kontaktu s vodou, rozplavování jemných částic a zpětné uvolňování nasorbované látky ze sorbentu. Při testování sorbentu na vodní hladině byla sledována spotřeba sorbentu, schopnost udržet se na hladině při aplikaci sorbentu, možnost odstranění sorbentu s nasorbovanou naftou z vodní hladiny, schopnost udržet se na hladině po promíchání „hlava-pata“.

V závěru experimentální práce byly získané výsledky pro zvolený nejvhodnější poměr sorbentu srovnány s výsledky sorpce běžně dostupných hydrofobních sypkých sorbentů při odstraňování nafty a oleje z vodní hladiny.

1. PROBLEMATIKA HAVÁRIÍ ROPNÝCH LÁTEK

Voda, podobně jako půda a vzduch, je i v současné době, na počátku třetího tisíciletí, nenahraditelná a existenčně naprosto nezbytná složka pro život všech organismů a samozřejmě i pro člověka. Proto má péče o vodní zdroje zásadní význam. [1]

Vodní hospodářství se však dostává ve vztahu k zemědělství a lesnímu hospodářství do velmi složité situace tím, že voda jako základní přírodní zdroj je využívána ve všech oblastech, přičemž dochází ke znehodnocování vodních zdrojů, a to nezávisle na vodním hospodářství. Z toho vyplývá, že voda se musí velmi racionálně využívat a přísně chránit. Vážnost této problematiky podtrhuje i evropská vodní charta, která vychází ze závěrů Evropské hospodářské komise OSN (ECE UN) a komplexně definuje význam vody pro člověka a životní prostředí. [1]

Pozitivní přínos vodních zdrojů pro rozvoj civilizace, kultury a výživy lidstva tvoří základ koncepce hodnocení vodního hospodářství v souvislosti s ochranou a tvorbou životního prostředí. V interakci s tímto vývojem však společnost získává zkušenosti, které zdůrazňují respektování rovnováhy ekologických vztahů, jež jsou více nebo méně narušovány úpravami vodního režimu krajiny, zásahy do hydrologického cyklu a hospodaření s vodami obecně. [1]

Stoupající počet nejrůznějších aktivit souvisejících s volnou krajinou samozřejmě znamená zvyšování zátěže ŽP. V ideálním případě, jestliže funguje spolupráce všech zúčastněných subjektů, lze tyto aktivity s ohledem na stav ŽP v daném prostoru regulovat.

V mnoha případech docházelo a dochází k živelnému hospodářskému využívání území se všemi známými dopady na přírodu a krajinu. Takové případy jsou příčinou nevratných změn v krajině. Náprava si pak vyžádá značné množství finančních prostředků, materiálních nákladů i lidských zdrojů. [1]

Pokud pronikají znečišťující látky do vodních zdrojů odpadními vodami, pak je možné určitými technologickými postupy v čistírnách odpadních vod zmírnit jejich nepříznivý dopad na čistotu. Nutný prvek však přitom představují finance, které ovlivňují vůli a ochotou zajišťovat čištění odpadů. V závislosti na tom dochází ke značným rozdílům ve stupni čištění v jednotlivých regionech světa. Vážné problémy všude ve světě způsobují látky, které se dostávají do vod jinými cestami než odpady, a to zejména:

- v důsledku havárií v zařízeních, které tyto látky zpracovávají, skladují nebo dopravují;
- v důsledku vymývání nebo jiných úniků ze skládek tuhých i ostatních odpadů;
- atmosférickými srážkami ze znečištěného ovzduší;
- vodní erozí. [2]

Problémy spočívají především v prevenci proti vnikání těchto látek do vody, v kontrole a identifikaci jejich přítomnosti ve vodě, stanovení jejich množství a jejich škodlivého působení. Tyto potíže se ještě znásobují u látek, které se hromadí v životním prostředí a vstřebávají se, popřípadě odbourávají velmi pomalu a obtížně. Dopady pak bývají velmi zřetelné v potravním řetězci. Jejich škodlivé působení trvá dlouho a přesahuje hranice států, regionů i kontinentů. Týká se to především ropných látek, chlorovaných a aromatických uhlovodíků, těžkých kovů, radionuklidů. Zvláště nebezpečné je znečištění přímo surovou ropou. Vyskytuje se v ní totiž vysoký obsah aromatických uhlovodíků (30 %), které se pokládají za biologicky nejškodlivější. K závažným únikům ropy do moří, povrchových i podzemních vod dochází z tankerů plujících po mořích, z vrtů naftových polí, pobřežních šelfů a z ropovodů. Dopady jejich přítomnosti ve vodách mají mnohdy rovněž katastrofální charakter a projevují se nejen poškozením zdravotního stavu vodních živočichů a narušením jejich normálních životních projevů, ale také jejich úhynem nebo úplným vymizením. Pokud je tato oblast součástí obživy člověka, je důsledkem i nepříznivý vliv na lidské zdraví. [2]

Se znečišťováním vod souvisí dva jevy - eutrofizace a vodní eroze. „Eutrofizace je proces zvyšování produkce nové živé organické hmoty, vytvořené fotosyntetickou činností rostlinných organismů v povrchové vodě, především v důsledku organických živin (dusíku a fosforu). Taková a větší míra eutrofizace znesnadňuje využití vody pro hygienickou очистu a koupání. Přemnožení řas v povrchových, zejména stojatých vodách v důsledku eutrofizace, má nezřídka v letních měsících za následek i likvidaci ryb. Stává se tak v důsledku úhynu velkého množství řas v nočních hodinách, kdy neprobíhá fotosyntéza dodávající vodě kyslík, a naopak rychle probíhající rozklad odumřelé organické hmoty kyslík vodě ubírá. Dusík a fosfor pronikají v nežádoucím množství do povrchových vod v odpadních vodách městských i průmyslových, ale také přímo ze zemědělské živočišné výroby nebo splachem půdy s obsahem hnojiv. [2]

Mluvíme-li o znečištění povrchových vod, rozlišujeme dva typy znečištění:

1. Znečištění havarijní, jednorázové, s mnohdy katastrofálními okamžitými dopady, spojenými s masovým úhynem vodních organismů i jinými škodami. Zpravidla toto znečištění relativně brzy odezní a vytvoří se podmínky pro obnovení života ve vodě a dalších funkcí vodního ekosystému.
2. Znečištění dlouhodobé, projevující se trvalejším, zejména organickým znečišťováním. Celkově negativně ovlivňuje vodní prostředí a skladbu potravní nabídky, takže některé druhy ryb v postižených úsecích řek vymizí, případně se značně sníží jejich reprodukční schopnost. V řadě případů je rybí maso nepoživatelné. [2]

Zákon pohlíží na problematiku ochrany vod komplexně, zabývá se prevencí, ukládá povinnosti nejen uživatelům vody, ale i orgánům státní správy, které toto užívání povolují a řeší i otázky represe.

Nezastupitelnou roli v ochraně vod hraje státní správa tím, že:

- povoluje užívání vody pro různé účely a zároveň stanovuje podmínky tohoto užívání tak, aby byla zachována čistota vod v požadované úrovni;
- vykonává dozor nad dodržováním vodního zákona včetně ustanovení o ochraně vod;
- má pravomoc pokutovat porušování zákonných ustanovení na ochranu vod.

Vhodně navrženými ekonomickými nástroji se vyvíjí tlak na hospodárnost ve spotřebě vody i na žádoucí péči o její čistotu. To, jak je daná společnost vyspělá v této problematice a jakých technických poznatků dosahuje, se přímo promítá do úrovně techniky v čištění odpadních vod a ochrany vod obecně. Je nesporné, že všechny činnosti vodního hospodářství jsou orientovány na čistotu vod. Vhodně koncipovaný systém sledování kvality vody poskytuje potřebné znalosti o stavu znečištění vod a jeho vývoji, které tvoří důležitý podklad při rozhodování a opatřeních v oblasti ochrany vod. Součástí systému je hodnocení jakosti. Sleduje se celkem 52 ukazatelů kvality vody, rozdělených do šesti skupin (ukazatelé kyslíkového režimu, základní chemické a fyzikální ukazatele, doplňující chemické ukazatele, obsah těžkých kovů, ukazatele biologické a mikrobiologické, ukazatele radioaktivity). [2]

1.1 Rozdělení havárií

Havárie lze rozlišovat podle řady hledisek. Mezi základní charakteristiky, podle kterých je možné havárie rozlišovat, například patří:

- a) prostředí postižené havárií,
- b) typ závadné látky a její škodlivost a rezistence,
- c) příčina vzniku. [3]

1.1.1 Charakteristika prostředí postiženého havárií

Podle charakteristiky prostředí, které je havárií postiženo, rozlišujeme:

- 1. havárie na povrchových vodách,
- 2. havárie na podzemních vodách.

Statisticky častěji dochází k haváriím na **povrchových vodách**. Tento typ havárií je vizuálně velmi dobře postřehnutelný (zakalení, zbarvení, zápach, úhyn ryb a vodních organismů, poškození vegetace). U havárií způsobených znečišťující látkou lze rozpoznat některé typické projevy, které jsou pro danou látku charakteristické. Současně však záleží na různých vnějších vlivech. Průběh havárie je vždy ovlivněn momentálními klimatickými podmínkami, zejména teplotou a okamžitým průtokem vody. [3]

Havárie na **podzemních vodách** mají zcela odlišný charakter, a to v důsledku odlišného režimu pohybu podzemní vody. Častou komplikací bývá složitě prokazatelný původ znečištění. Navíc se ve většině případů jedná o dlouhodobé působení znečišťujících látek s tendencí pomalého růstu až k nepřijatelné úrovni. Nejčastějším primárním zdrojem znečišťování podzemních vod bývají nedostatečně zabezpečené prostory skladování, dopravy a jiné manipulace s ropou, ropnými látkami, pesticidy, silážními šťávami a močůvkou, různými chemikáliemi apod. Zvláštní postavení mezi kontaminanty pak mají chlorované uhlovodíky. Jejich závažnost je dána především v důsledku vysoké biochemické stability (persistence). Tyto látky nepodléhají významnému zachytu v horninovém prostředí, ani biodegradaci. Riziko úniku kontaminantů do podzemní vody je podstatně zvýšeno u objektů umístěných pod úrovní terénu, nezřídka založených až pod hladinou podzemní vody. [3]

Znečištění podzemních vod je častým důsledkem znečištění nadložních zemin. Kontaminanty za určitých podmínek, např. v důsledku vymývání srážkovou vodou, mohou

prostoupit (migrovat) až do podzemní vody a jejím prostřednictvím se pak šíří ve směru proudění podzemní vody do okolí. [3]

1.1.2 Typ závadné látky

Seznam nebezpečných závadných látek (dále jen „nebezpečné látky“) je uveden v příloze č. 1 vodního zákona č. 254/2001 Sb. Tento seznam obsahuje i zvlášť nebezpečné závadné látky (dále jen „zvlášť nebezpečné látky“). [4]

Podle statistiky nejčastěji unikají při haváriích ropa a ropné produkty, přičemž k haváriím dochází jak při výrobě a zpracování těchto produktů, tak i při jejich přepravě, skladování a použití. Mezi ropné látky patří produkty zpracování ropy, jako jsou benziny, petrolej, motorová nafta a minerální oleje. Ropné uhlovodíky se mohou vyskytovat ve vodách jako rozpuštěné nebo nerozpuštěné (volné, emulgované). Přítomnost ropných uhlovodíků ve vodách je často patrná podle skvrn nebo olejového filmu na hladině. V závislosti na tloušťce olejové vrstvy se zpomaluje přístup kyslíku z atmosféry do vody, čímž je nepříznivě ovlivněn průběh samočištění. Cca 50 litrů oleje stačí pokrýt 1 km² vodní plochy souvislou vrstvou o tloušťce cca 0,05 μm. Další významnou negativní vlastností ropy a ropných látek je jejich velmi malá biodegradovatelnost. To znamená, že přirozený samočisticí proces, zvláště v podzemních vodách, probíhá velmi pomalu. [3]

1.1.3 Příčiny havárií

Dělení havárií podle příčin vzniku, průběhu a následku má svůj význam především z pohledu preventivních opatření v místě vzniku havárie. Mezi základní příčiny vzniku havárie např. patří:

1. vsakování závadných látek do terénu a do podzemní vody,
2. spláchnutí závadných látek do vody,
3. vypouštění nadměrně znečištěných odpadních vod při selhání funkce čistírny odpadních vod,
4. vypouštění jiných látek, než jsou odpadní, prostřednictvím veřejných nebo průmyslových kanalizací apod.

Mezi havárie uvedené pod bodem 1 a 2 je možné především zařadit dopravní nehody vozidel přepravující závadné látky. Technická závada jako bezprostřední příčina havárie je v častých případech provázána selháním lidského faktoru, kterým je nedbalost a neznalost předpisů a také možných následků těchto nehod.[3]

Ropná havárie je mimořádná událost, při níž došlo k úniku ropných produktů nebo jiných podobných látek (dále jen „ropné látky“) v takovém množství, že je ohroženo životní prostředí, zejména pak jakost povrchových a podzemních vod.

K ropným haváriím dochází při zpracování, výrobě, skladování a manipulaci s ropnými látkami (stacionární zdroje rizik) a dále při přepravě ropných látek (mobilní zdroje rizik). K nejčastějším únikům ropných látek (PHM a provozní náplně vozidel) dochází v důsledku dopravních nehod motorových vozidel. [3]

2. ODSTRAŇOVÁNÍ ROPNÝCH LÁTEK Z PEVNÉHO POVRCHU A VODNÍ HLADINY PŘI MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTECH

Nežli se přistoupí k vlastnímu zneškodnění ropné látky, je třeba omezit oblast zasaženou ropnou havárií tak, aby se látka nerozšiřovala dále do okolí. Použít lze norné stěny, hráze a hrázky ze zeminy, písku, sorbentů atd. Důležité je především ochránit vodní toky, kterými se látky šíří velice rychle. Unikající ropnou látku, je-li to možné, je třeba lokalizovat na nesavém povrchu. [5]

2.1 Dostupné prostředky pro odstraňování ropných havárií:

2.1.1 Norné stěny

Při úniku ropných látek může dojít ke znečištění povrchových vod. Ropné látky mají většinou menší měrnou hmotnost a plavou na vodní hladině. Jedním z obvyklých prostředků k zachycení plovoucí ropné látky je **norná stěna** (obr. č. 1).[6]



Obr. č. 1 Norná stěna na vodním toku[7]

Podle konstrukce se dělí na:

- pevné, skládané z montážních prvků nebo trvale ukotvené pod místem s předpokladem častých havárií,
- nafukovací jednokomorové se zátěží nebo dvoukomorové s plněním druhé komory vodou,
- sorpční, zhotovené z vláknenných hydrofobních sorbentů.

Při transportu ropné látky na vodní hladině se výrazně uplatňují dvě síly: vazkost vody a ropné látky a dynamické účinky překážky – norné stěny. Nutnou podmínkou pro zadržení vrstvy ropné látky je stabilita rozhraní mezi ropnou látkou a vodou. Při nestabilním rozhraní se tvoří emulze, která proniká pod nornou stěnu bez ohledu na hloubku ponoření norné stěny.[6]

Ropné látky s vysokou měrnou hmotností blíží se měrné hmotnosti vody se obtížněji zachycují (možnost podplouvání norné stěny). I běžná nafukovací norná stěna má lepší účinnost než pevná (dřevěná), svislá stěna.

Hloubka ponoření norné stěny nesmí být příliš velká. Maximální hloubka norné stěny (T) by měla být v rozmezí 0,1 až 0,33 hloubky vodního toku (H), aby se příliš nezvýšila rychlost vody pod nornou stěnou a nestrhávala se ropná látka pod stěnu. Ropná látka může podplouvat pod nornou stěnou strhávána víry, které se tvoří pak podél norné stěny. [6]

Rychlost vodního toku se mění s šířkou koryta vodního toku. Optimální rychlost vodního toku je do $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ u norných stěn instalovaných kolmo na vodní tok. Při šikmém umístění norné stěny na tok v úhlu 60° dochází k poklesu vzniku vírů a rychlost vodního toku může být až o 50 % vyšší. [6]

Pro zvětšení účinnosti zachycení ropné látky mohou být instalovány dvě stěny i více stěn za sebou. Vzdálenost mezi stěnami nesmí být menší než pětinasobek ponoru první z nich ve směru proudu vodního toku, aby ani pod druhou stěnou ropná látka nepodplavala.[6]

Výběr nástupního místa pro přípravu instalace norné stěny musí odpovídat druhu použité norné stěny s ohledem na způsob její instalace na vodní hladinu a případný přístup člunu. Pro výběr místa instalace norné stěny se musí zhodnotit rychlost vodního proudu, hloubka a šířka vodního toku, kotvicí místa, směr a síla větru, druh znečištění, např. ropné látky a jejich množství, a zhodnotit i místo, kde se bude provádět následný sběr zachycené ropné látky z vodní hladiny. Instalovat nornou stěnu pod takovým úhlem, aby proud napomáhal soustředění ropné látky u břehu, ze kterého je prováděn její sběr.[6]

Norné stěny je vhodné nasazovat především na předem vytypovaných profilech, které mohou být také uvedeny v havarijní dokumentaci.

Ropná látka, která se hromadí u norné stěny, postupuje podél ní (při sklonu norné stěny k ose proudnice) ke břehu, kde se navazuje na sorbent nebo se přímo sbírá z vodní hladiny.[6]

2.1.2 Sorbenty

Po úniku kapaliny z uzavřeného zařízení do volného prostoru se provádí její zachycení pomocí speciálních látek a materiálů, které jsou schopny kapalinu na sebe vázat, pohlcovat nebo s ní reagovat. Toto zachytávání kapalin probíhá na různých chemických nebo fyzikálních principech. Obecně se těmito principům říká **sorpce**. Ve skutečnosti se může jednat o **absorpci**, což je jev spojený s pohlčováním kapaliny dovnitř objemu pevné látky, kterou nazýváme **absorbentem**. V jiném případě se může jednat o **adsorpci**, což je jev spojený s pohlčováním kapaliny na povrch pevné látky, kterou nazýváme **adsorbentem**. Pokud je adsorpce spojená s následnou chemickou reakcí mezi kapalinou a pevnou látkou, hovoříme o **chemické adsorbci**. V praxi souhrnně všem těmto látkám a materiálům, které na sebe vážou kapalinu, říkáme **sorbenty**. [8]

Hlavní požadavky na vlastnosti sorbentů jsou:

- **Nasákavost**

Nasákavostí se rozumí schopnost pojmout ropnou látku z okolí a izolovat ji tak, aby nemohla dále poškozovat životní prostředí. Nasákavost se udává v hmotnostních procentech. Čím vyšší nasákavost, tím více ropné látky je sorbent schopen absorbovat.

- **Stabilita**

Sorbent by měl být odolný vůči kyselinám, louhům a organickým rozpouštědlům, odolný proti působení mikroorganismů, neměl by podléhat změnám vlivem UV záření.

- **Netoxičnost**

Vzhledem k používání sorbentů na vodní hladině a v blízkosti zdrojů pitné vody, je nezbytně nutné, aby takovýto sorbent nebyl toxický. Zbavit vodu ropných látek, ale zároveň ji „obohatit“ o toxické látky by nebylo nejlepší řešení. [5]

Likvidace sorbentů

Po použití sorbentu je aktuální otázka, jak s použitým sorbentem naložit. Záleží na konkrétním typu a druhu sorbentu. Některé sorbenty lze po použití vyčistit (ždímáním, propíráním, propíráním rozpouštědly atd.), posléze jsou znovu použitelné. Po definitivním upotřebení sorbentu ho lze spálit ve specializovaných spalovnách, za řízeného přístupu vzduchu. Složení spalin závisí na sorbované látce, na režimu spalování a na složení vlastního sorbentu. Někteří výrobci nabízejí bezplatnou likvidaci použitého sorbentu. Je-li sorbent ukládán na skládku, musí být nejprve řádně zneutralizován. Nakládání se sorbenty se řídí zákony, které se týkají nakládání s nebezpečnými odpady. [5]

3. SORPCE A SORBENTY PRO LIKVIDACI ROPNÝCH LÁTEK

Sorpce je komplexní proces, při kterém dochází jak k adsorpci, tak k absorpci, popř. i k chemické reakci, nebo jinému vázání adsorbátu na styku kapalně a/nebo plynné fáze s fází tuhou. Pro odstranění extrahovatelných látek a jimi tvořených disperzí a emulzí z pevných povrchů se používá sorbentů na bázi rašeliny (RU2336125) [10], (RU2362619) [11], výrobek pod obchodním názvem PEATSORB, dále sorbentů připravených z jemně mletého jehličí (CS242324) [16], případně sorbenty na bázi celulózy (RU2270718) [12], (WO0111126) [13]. Možnou nevýhodou těchto sorbentů je především polétavost prachových částic a obtížná hydrofobizace sorbentu. Dále jsou známy sorbenty na bázi polyuretanu (RU2345836) [14], (RU2206393) [15], výrobky pod obchodními názvy OL-EX apod. Nevýhodou těchto sorbentů při aplikaci na pevných površích je především nízká specifická hmotnost sorbentu a s tím spojená polétavost a malá odolnost polyuretanu proti otěru, což značně ztěžuje úklid nasyceného sorbentu na pevných členitých a abrazivních površích. Dále jsou známy sorbenty na bázi křemeliny (CZ 297246) [17], které vykazují oproti ostatním uvedeným sorbentům nižší schopnost sorpce a vzhledem k vyšší hmotnosti i horší manipulovatelnost. Další kapitolou jsou sorbenty využívající aglomerovaných uhlíkatých částic, vznikajících při zplyňování ropných a dehtových surovin (CZ 289426) [18], (CZ 280506) [19], případně alkalicky aktivované popílký po spalování uhlí při teplotách vyšších než 1000 °C (CZ 278405) [20]. Nevýhodou těchto sorbentů je vedle vyšší ceny především problematické využití na pevných členitých a abrazivních površích, kdy nasycené aglomeráty při manipulaci ztrácejí svou soudržnost a mají vzhledem k velikosti pórů využití spíše v sorpci nízkoviskózních kapalin. [9]

Pro odstranění extrahovatelných látek a jimi tvořených disperzí a emulzí z pevných povrchů lze pro prvotní opatření použít i neupravené inertní sypké materiály, jako například písek

Tyto materiály nejsou vzhledem ke svému sorpčnímu účinku významné. Dříve běžně používané inertní sorbenty na bázi hydrofobizovaného expandovaného vulkanického skla – perlitu se vzhledem ke své polétavosti používají méně.[9]

3.1 Rozdělení sorbentů a jejich vlastnosti

Sorpční prostředky jsou děleny na dva základní druhy – **textilní** a **sypké prostředky**. Sorbenty jsou látky především v tuhém skupenství, různého chemického složení, uvedené do takové formy, aby měly co největší aktivní povrch. Jsou vhodné zejména pro odstraňování tenkých vrstev uniklých kapalin na velké ploše. Tímto způsobem je snaha znečištěný povrch osušit. Mezi **záporné vlastnosti některých sorbentů** musíme jednoznačně přiřadit jejich prašnost a špinění při práci s nimi.[8]

Přílišná prašnost **sypkých sorbentů** obtěžuje zasahující jednotky, zraněné osoby, případně i osoby nezúčastněné. Navíc kvůli úletům narůstá i vlastní spotřeba sorbentů k zachycení uniklých kapalin. Tato skutečnost může mnohdy znemožnit použití sypkých sorbentů zvláště v provozech, kde je kladen důraz na zvýšenou čistotu a hygienu.[8]

Výše uvedenými zápornými vlastnostmi v žádném případě netrpí **sorbenty textilní**. **Textilní sorbenty** pracují na principu přilnutí rozlité kapaliny k povrchu sorbentu. Vyznačují se:

- vynikajícími sorpčními vlastnostmi, pro odsátí srovnatelného množství kapaliny je jejich hmotnost asi 30krát nižší než při použití sorbentů sypkých,
- dlouhou životností,
- odolností proti plísním i slunečnímu záření,
- opakovaným použitím při déletrvajícím zásahu,
- možností použitý sorbent jednoduše mechanicky vyždímat. Tuto vlastnost lze využít do vyčerpání kapacity daného sorbentu.
- snadnou manipulací, malou hmotností a snadnou úpravou tvaru.[8]

Textilní sorbenty se vyrábí ve formě rohoží, kobereců, hadů, norných stěn, polštářků, sorpčních pásek a sorpční drti.

Textilní sorbenty se nejčastěji dělí na tři druhy:

- **Údržbové**, které sají běžné, méně agresivní kapaliny i vodu. Používají se všude tam, kde dochází k pravidelným únikům olejů, chladicích emulzí a jiných méně agresivních kapalin. Nehodí se ke sběru chemikálií a ropných produktů z vodní hladiny.

- **Hydrofobní**, které sají pouze nepolární látky jak z vodní hladiny, tak z jiných povrchů, kde se vyžaduje, aby sorbent vysál skutečně jen ropný produkt, a nikoli vodu či vodou ředitelné kapaliny (viz obr. č. 2).
- **Univerzální**, které sají všechny kapaliny včetně agresivních chemikálií. Poněvadž sají i vodu, nehodí se pro použití na vodní hladině. [8]



Obr. č. 2 Nasazení textilních a sypkých hydrofobních sorbentů na vodní hladině [7]

3.2 Jednotlivé typy sorbentů

- **Přírodní** sorbenty se dnes již téměř nepoužívají. Jedná se například o slámu, piliny apod. Mezi jejich hlavní nevýhody patří nemožnost použití na vodě a malá sorpční schopnost. Navíc jsou špatně skladovatelné. Jejich uplatnění je dnes spíše v nouzových případech, kdy nejsou k dispozici průmyslové sorpční látky. [5]
- **Sypké sorbenty** jsou tvořeny různě velkými částicemi sorpční látky. Vyrábí se ve velikostech jednotlivého zrna od 0,1 mm až 3 cm. Mezi tradiční a hojně využívané sorbenty patří přípravky na bázi aktivního uhlí. V sypkém provedení s velmi malými zrny trpí některými neduhy, mezi které patří zejména jejich špinivost a prášivost. Nelze je použít za zhoršených povětrnostních podmínek nebo v uzavřených místnostech, kde je třeba udržovat vysokou míru čistoty. Proto se častěji vyrábějí ve formě granulí. Používají se při odstranění ropných látek z pevných povrchů, z vodní hladiny či při sanaci půdního vzduchu. Mohou být vybaveny hydrofobní úpravou. Sorbenty mohou být upraveny tak, aby nešpinily, pohlcovaly i jiné než ropné látky apod. [5]

- **Textilní sorbenty** jsou nejčastěji vyrobeny z aditivovaného polypropylenu a polyethylenu. Dodávají se ve formě vláken, vlákenných útvarů, netkaných textilií a jiných textilních útvarů (ve tvarech a množstvích potřebných pro různá specifická použití). Mají výrazně vyšší sorpční schopnost než sorbenty sypké, jsou lehčí a práce s nimi je podstatně komfortnější. Používají se při prevenci úniku ropných produktů do volného prostředí (k zachycování úkapů oleje ze strojů v terénu, ke stírání olejem kontaminovaných ploch, k izolování míst, kde může dojít k úniku oleje, ke zlepšení odlučování olejů z vodních emulzí, k zachycování olejů z vodných emulzí v průtočných adsorpčních kolonách, k dočišťování průmyslových a komunálních odpadních vod s nízkou koncentrací ropných látek, k vytváření podloží propouštějícího vodu a zachycujícího ropné látky, k podpoření gravitačního odlučování ropných látek), při zneškodňování úniků ropných látek do volného prostředí (k izolování ropných látek na hladině stojatých vod, k ochraně břehů a vegetace na březích kontaminovaných vodních toků i nádrží, k zabránění dalšího šíření ropného znečištění na vodní hladině, k odstraňování ropných látek z ochranných vrtů, v nichž se vytvořila souvislá ropná vrstva gravitačním odlučováním, k vytváření nepropustných podloží pro dočasné skladování odčerpaných kontaminovaných vod aj.). [5]

4. SORBENT PRO FIXACI ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK Z PEVNÝCH POVRCHŮ A VODNÍ HLADINY

Sorbent pro fixaci znečišťujících látek z pevných povrchů a vodní hladiny dle přihlášky vynálezu - evidenční číslo 052/01-11-2010 a dle přijatého užitného vzoru na ÚPV - číslo ochranného dokumentu 21726. [9]

4.1 Popis sorbentu

Sorbent je určen pro sorpci extrahovatelných látek a jimi tvořených disperzí a emulzí z pevných povrchů a vody. Je tvořený popelem po spalování biomasy s využitím sorpčně nejaktivnějších částic o velikosti 0,01–2,00 mm v kompozici s vlákny celulózy o délce 0,5–12 mm a s hydrofobizační přísadou na bázi organických mastných kyselin a jejich derivátů nebo organosilikonových sloučenin, která vedle vlastní hydrofobizace směsi zároveň tvoří spojovací vazbu mezi částicemi popela a vláknem celulózy a je dávkována v průběhu homogenizace do směsi v množství 0,1–10 % hmotnostních a reaktivní vápenaté sloučeniny ve formě síranu vápenatého nebo hydroxidu vápenatého nebo oxidu vápenatého v množství 1–30 % hmotnostních, působící jako koagulační přísada zajišťující odolnost proti rozměšování již nasyceného sorbentu mechanickým působením, případně působením tlakové vody. Jednotlivé složky jsou vzájemně komponovány mechanicky pomocí aktivačních míchaček a výsledná směs tvoří homogenní, hydrofobní, vysoce sorpčně aktivní sorbent, v němž jsou nejjemnější prachové částice navázány na vlákna celulózy a uvolněny do procesu sorpce až v průběhu styku se sorbovanou látkou. Do takto vytvořené struktury sorbentu penetrují sorbované látky, přičemž dochází v důsledku Van der Walsových a kapilárních sil k jejich inkluzi v porézní struktuře za vzniku shluků, které vzhledem k hydrofobnímu charakteru sorbentu při kontaktu s vodou nedesorbují již nasorbované látky, což umožňuje široké použití sorbentu v procesech odstraňování extrahovatelných látek a jimi tvořených disperzí a emulzí na pevném povrchu, například při likvidaci havárií na komunikacích a v průmyslu, k dočištění ropných úniků z obtížně přístupných míst a nerovných povrchů. Výhodou je snadná aplikovatelnost sorbentu, který nepráší, nepolétá, neulpívá, po nasycení je snadno mechanicky odstranitelný, a vzhledem k tomu, že nasycený sorbent již nemá tendenci desorbovat již zachycené látky, i bezproblémové uložení před konečnou likvidací, například spalováním. [9]

4.2 Příprava sorbentu pro laboratorní testování

Pro přípravu byl použit hydrofobizovaný popel získaný ze spalovacího zařízení – průmyslový kotel na spalování štěpky, Teplárna Krnov, Dalkia, a.s. konkrétně z cyklónu. Hydrofobizace popelu byla provedena v externí firmě, a to tak, že do aktivací míchačky byl nadávkován popel po spalování biomasy rostlinného původu o zrnitosti 0,01-1 mm a hydrofobizační přísada (Lukofob 39 - vodný roztok draselných solí metylsilanolátů). Tyto byly homogenizovány po dobu 5 minut.

V laboratoři VŠB Institutu environmentálního inženýrství byl tento hydrofobizovaný popel smícháván v různých poměrech s vlákny celulózy ve formě dřevitého papíru - vločky a konfety o velikosti 2–3 mm – a takto připravené vzorky sorbentu byly testovány na odstranění nafty na pevném povrchu i na vodní hladině.

Popel byl hydrofobizován pomocí hydrofobizačního činidla **Lukofob 39** (viz příloha č. 1) v poměru 2 %, 5 %, 8 % ke hmotnosti popelu. Rozdílně hydrofobizované popely byly smíchány v níže uvedených poměrech s vlákny celulózy o délce cca 3 mm. U vybraných poměrů byla ke směsi navíc přimíchána sádra působící jako koagulační přísada velmi jemných částic.

Celkem bylo připraveno 24 vzorků sorbentu:

Poměr celulóza : popel (2%hydrofobizace)

0,5 : 1

1 : 1

1 : 1,5

2 : 1

3 : 1

1 : 1,5 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

2 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

3 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

Poměr celulóza : popel (5%hydrofobizace)

0,5 : 1

1 : 1

1 : 1,5

2 : 1

3 : 1

1 : 1,5 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

2 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

3 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

Poměr celulóza : popel (8% hydrofobizace)

0,5 : 1

1 : 1

1 : 1,5

2 : 1

3 : 1

1 : 1,5 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

2 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

3 : 1 + 5 % hmot. směsi $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$

5. POUŽITÍ SORBENTU DLE „PV“ PRO ODSTRAŇOVÁNÍ ROPNÝCH LÁTEK

5.1 Pomůcky, postup

5.1.1 Pomůcky

- plastové nádoby, pipety, skleněné tyčinky na míchání, plastový podnos o rozměru 150 mm x 300 mm,
- kádinky,
- odměrný válec,
- vzorky sorbentů,
- váha laboratorní,
- stříčka,
- laboratorní lžička,
- fotoaparát.

5.1.2 Postup na pevném povrchu

K ověření sorpčních schopností byl zvolen způsob aplikace sorbentu, který je nejbližší zásahové praxi. Ropná látka – nafta byla aplikována na plastový podnos a byla zasypávána připraveným sorbentem. Je třeba vzít v úvahu nejistoty měření přístrojů a pomůcek, které byly při testování použity, a současně fakt, že posouzení odstranění nafty pomocí sorbentu bylo vizuální a subjektivní. Měření bylo prováděno při laboratorní teplotě 19,7 °C a dále v reálných podmínkách při teplotě typické pro letní období.

Při testování bylo sledováno:

- spotřeba sorbentu.
- schopnost sorbentu udržet nesorbované látky při kontaktu s vodou, rozplavování jemných částic, zpětné uvolňování nesorbované látky ze sorbentu.



Obr. č. 3 Použití Testovaného sorbentu na pevném povrchu

5.1.3 Postup na vodní hladině

K měření byla použita plastová kádinka s vodou, do které byl při každé zkoušce přidán definovaný objem nafty (5 ml ropného produktu). Po rozprostření nafty na hladině byl aplikován sorbent až k úplnému nasátí kapaliny. Měření bylo prováděno při laboratorní teplotě 19,9 °C.

Při testování bylo sledováno:

- spotřeba sorbentu,
- schopnost udržet se na hladině při aplikaci sorbentu,
- možnost odstranění sorbentu s nasorbovanou naftou z vodní hladiny,
- schopnost udržet se na hladině po promíchání „hlava-pata“.



Obr. č. 4 Použití Testovaného sorbentu na vodní hladině

5.2 Výsledky měření

5.2.1 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 2% hydrofobizovaným popelem

PEVNÝ POVRCH

2% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA

| poměr | m _{spotřeba} [g] | V _{nafta} [ml] | Komentář (postřík vodou; manipulace; sběr) |
|---------|------------------------------|----------------------------|--|
| 1 : 0,5 | 5,1 | 5 | Po kontaktu s vodou dochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1 | 4,46 | | Po kontaktu s vodou dochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 3,56 | | Po kontaktu s vodou dochází k mírnému rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, subjektivně nejlepší manipulace, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,19 | | Po kontaktu s vodou dochází k mírnému rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,8 | | Po kontaktu s vodou dochází k mírnému rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |

2% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 : 1,5 | 3,53 | 5 | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, subjektivně dobrá manipulace, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,21 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, subjektivně dobrá manipulace, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,96 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, subjektivně dobrá manipulace, sorbent mírně práší. |

Z výsledků uvedených v tabulkách je patrné, že se zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu se zvyšuje jeho sorpční kapacita, přičemž poměr vyšší než 1 : 3 není vhodný z důvodu zvyšující se prášivosti sorbentu. Přídavek sádry má vliv na snížení rozplavování velmi jemných částic použitého sorbentu za přibližně stejné spotřeby sorbentu.

VODNÍ HLADINA

2% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (propadávání; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 0,5 | 5,15 | 5 | Vysoké propadávání sorbentu vodou. |
| 1 : 1 | 4,06 | | Propadává cca 20 %, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 3,81 | | Propadává cca 10 %, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,9 | | Téměř nepropadává, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,8 | | Téměř nepropadává, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

2% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 : 1,5 | 3,56 | 5 | Propadá cca 10 %, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,56 | | Téměř nepropadává, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,01 | | Téměř nepropadává, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

I v tomto případě lze konstatovat, že spotřeba sorbentu se snižuje se zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu. Obdobný průběh má i propadávání sorbentu vodou, se zvyšujícím se podílem celulózy propadávání klesá.

5.2.2 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 5% hydrofobizovaným popelem

PEVNÝ POVRCH

5% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 0,5 | 5,25 | 5 | Po kontaktu s vodou dochází k rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1 | 4,81 | | Po kontaktu s vodou dochází k mírnému rozplavování jemných částic, bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 3,61 | | Po kontaktu s vodou dochází k mírnému rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,36 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,95 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |

5% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 1,5 | 3,45 | 5 | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,11 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,85 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |

Se zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu se zvyšuje jeho sorpční kapacita, přičemž poměr vyšší než 1 : 3 není vhodný z důvodu zvyšující se prášivosti sorbentu. Přídavek sádry nemá zásadní vliv na snížení rozplavování velmi jemných částic použitého sorbentu za přibližně stejné spotřeby sorbentu.

VODNÍ HLADINA

5% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 0,5 | 5,03 | 5 | Propadává cca 10 %, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1 | 3,63 | | Téměř nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 2,96 | | Téměř nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,67 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,59 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

5% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 : 1,5 | 3,11 | 5 | Téměř nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,92 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,55 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

I v tomto případě lze konstatovat, že spotřeba sorbentu se snižuje se zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu. Obdobný průběh má i propadávání sorbentu vodou, se zvyšujícím se podílem celulózy propadávání klesá. Přítomnost sádry nemá na propadávání žádný vliv. Spotřeba sorbentu je přibližně stejná.

5.2.3 Laboratorní pokusy se sorbentem tvořeným 8% hydrofobizovaným popelem**PEVNÝ POVRCH****8% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA**

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 0,5 | 5,13 | 5 | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1 | 4,73 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 3,34 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,07 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,69 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |

8% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|--|
| 1 : 1,5 | 3,45 | 5 | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 3,11 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,85 | | Po kontaktu s vodou nedochází k rozplavování jemných částic; bez uvolňování nasorbované látky, odstranění sorbentu z povrchu a manipulace s ním je bezproblémová, sorbent mírně práší. |

Z výsledků uvedených v tabulkách je zřejmé, že i v tomto případě, se zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu, se zvyšuje jeho sorpční kapacita, přičemž poměr vyšší než 1 : 3 není vhodný z důvodu vysoké prašivosti sorbentu. Přídavek sádry nemá vliv na snížení rozplavování velmi jemných částic použitého sorbentu za přibližně stejné spotřeby sorbentu.

VODNÍ HLADINA**8% hydrofobizovaný popel + celulóza; ropná látka – NAFTA**

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 : 0,5 | 5,09 | 5 | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1 | 3,73 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 1,5 | 2,96 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,87 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,49 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

8% hydrofobizovaný popel + celulóza + 5 % hmot. směsi sádry; ropná látka – NAFTA

| poměr | m_{spotřeba} [g] | V_{nafta} [ml] | Komentář (postřik vodou; manipulace; sběr) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| 1 : 1,5 | 3,04 | 5 | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 2 | 2,91 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |
| 1 : 3 | 2,55 | | Nepropadá, koláč lze dobře odstranit sítkem podebráním „koláče“, po promíchání „hlava-pata“ zůstává u dna, sorbent mírně práší. |

Spotřeba sorbentu se snižuje zvyšujícím se podílem celulózy v sorbentu. Obdobný průběh má i propadávání sorbentu vodou, se zvyšujícím se podílem celulózy propadávání klesá. Přítomnost sádry nemá na propadávání žádný vliv a není tedy nutné ji do směsi přidávat, protože i spotřeba sorbentu je přibližně stejná.

Vyhodnocení výsledků

Přidání sádry má význam v případě 2% hydrofobizace popelu. V tomto případě sorbent se sádrrou není při zastříkování rozplavován. Naopak bez sádry dochází k velkému rozplavování velmi jemných částic. Pokud je popel hydrofobizován více (5 %, 8 %), není nutné do sorbentu přidávat sádru, protože toto nemá faktický vliv na použití sorbentu v žádném ohledu. Všechny vzorky sorbentů při aplikaci mírně práší. Toto lze řešit jejich mírným zvlhčením a uzavřením do vhodného obalu.

6. POUŽITÍ A SROVNÁNÍ VYBRANÉHO SORBENTU S BĚŽNĚ POUŽÍVANÝMI HYDROFOBními SORBENTY

Na základě výsledků provedených experimentů byl pro další testování vybrán poměr: **1 : 3 5% hydrofobizovaný popel : celulóza**

Takto připravený sorbent byl aplikován na reálný povrch při teplotách typických pro letní počasí, viz obr. č. 5. Dále byly provedeny pokusy, jejichž výsledky bylo možné srovnat s výsledky v bakalářské práci.

6.1. Použití Testovaného sorbentu na reálném povrchu

Pokus byl proveden v areálu hasičské stanice Bruntál HZS ČR. K pokusům bylo použito 250 ml nafty a 250 ml vyjetého oleje FARM. Pro srovnání byly pokusy provedeny stejným způsobem s běžně používaným rašelinovým sorbentem Eusorb.



Obr. č. 5 Aplikace sorbentu na reálný povrch

Srovnáním lze konstatovat (dle subjektivního hodnocení diplomanta):

- Prašnost při aplikaci Testovaného sorbentu byla srovnatelná s prašností rašelinového sorbentu.
- Spotřeba při odstraňování nafty i vyjetého oleje byla přibližně stejná, a to u Testovaného sorbentu cca 140 g, u rašelinového sorbentu Eusorb cca 120 g, přičemž cílem bylo úplné odstranění ropné látky z pevného povrchu.

- Povrch po použití Testovaného sorbentu je viditelně čistější než při použití rašelinového sorbentu Eusorb, viz obr. č. 6.
- Sorbenty po použití byly postříkány vodou (simulace případného deště), přičemž k uvolňování nasorbované látky nedocházelo ani u jednoho z nich.



Obr. č. 6 Povrch po aplikaci Testovaného sorbentu a rašelinového sorbentu

6.2 Srovnání s výsledky testování sorpčních schopností hydrofobních sorbentů na vodní hladině provedených diplomantem v rámci bakalářské práce

Pro srovnání byl použit sorbent v poměru 1 : 3 5% hydrofobizovaný popel : celulóza, který vykazoval dobrou sorpční schopnost za současně dobrých vlastností pro aplikaci a další nakládání.

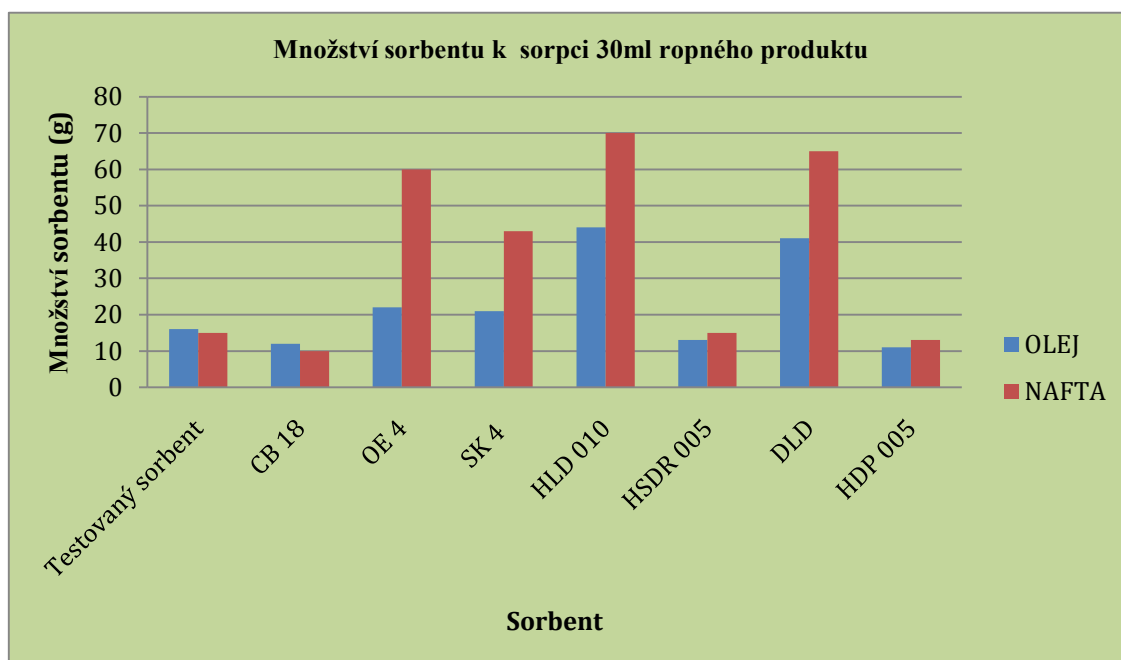
Sorbent byl použit pro odstranění nafty a vyjetého motorového oleje FARM vždy o objemu 30 ml na vodní hladině a výsledky byly srovnány s výsledky získanými v rámci experimentů v bakalářské práci „LIKVIDACE HAVÁRIÍ NA VODNÍM TOKU“, konkrétně s testovanými hydrofobními sypkými sorbenty běžně dostupnými na našem trhu. Výsledky srovnání jsou uvedeny v tabulce a vyhodnoceny graficky (viz tabulka č. 1 a graf č. 1). K ověření sorpčních schopností sorbentů byl zvolen postup, který se subjektivně zdá nejbližší zásahové praxi, tudíž se naměřené hodnoty mohou lišit od údajů udávaných

výrobcem či distributorem sorpčních materiálů. Dále musíme vzít v úvahu nejistoty měření přístrojů a pomůcek, které byly při testování použity.

Tabulka č. 1 Výsledky měření při teplotě 18,7 °C na vodní hladině

| Druh sorbentu | olej | nafta |
|--------------------------|-----------|-----------|
| | m [g] | m [g] |
| Testovaný sorbent | 16 | 15 |
| CB 18 (rašelinová drť) | 12 | 10 |
| OE 4 (polyuretanová drť) | 22 | 60 |
| SK 4 (celulózová drť) | 21 | 43 |
| HLD 010 (celulóza) | 44 | 70 |
| HSDR 005 (polypropylen) | 13 | 15 |
| DLD (upravená celulóza) | 41 | 65 |
| HDP 005(rašelinová drť) | 11 | 13 |

m [g]...hmotnost použitého sorbentu



Graf č. 1 Výsledky množství potřebného sorbentu k sorpci ropných produktů

Vyhodnocení srovnání hydrofobních sorbentů

Předem bych chtěl upozornit na skutečnost, že výsledky, které byly zpracovány do tabulky a grafů, se neshodují s údaji uváděnými výrobcí či distributory. Tyto odchylky při testování mohou být dány zvolenou metodou, ale také zde hraje roli lidský faktor.

Testování hydrofobních sorbentů bylo zaměřeno na srovnání sorpční schopnosti.

Jako nejvhodnější sorbenty z hlediska **sorpčních schopností** pro zachycení motorového oleje na vodní hladině jsem vyhodnotil Testovaný sorbent, HDP 005 (rašelinová drť), HSDR 005 (polypropylen), CB 18 (rašelinová drť).

Pro zachycení nafty Testovaný sorbent, HDP 005 (rašelinová drť), HSDR 005 (polypropylen), CB 18 (rašelinová drť).

Je třeba uvést, že mnohdy při likvidaci ropných látek z vodní hladiny nejsme schopni vytvořit takové podmínky, při kterých dochází k ideálnímu a plnému využití sorpčních schopností jako v laboratorních podmínkách, proto může být spotřebováno více sorbentu.

Srovnáme-li všechny výsledky, tak se jako nejvhodnější jeví Testovaný sorbent, HDP 005 (rašelinová drť), HSDR 005 (polypropylen), CB 18 (rašelinová drť).

7. ZÁVĚR A DISKUZE

DP byla zaměřena na posouzení možnosti využití nového sorbentu na bázi popelu po spalování biomasy v kompozici s vlákny celulózy a hydrofobizační přísadou. Toto zahrnovalo přípravu a testování různých vzorků sorbentů, jejichž rozdílnost byla dána různými poměry jednotlivých složek sorbentu.

Z hlediska použití při odstraňování ropných látek z pevného povrchu lze konstatovat, že sorbent má výborné sorpční schopnosti, při simulaci deště neuvolní kontaminující látku, proto je také vhodný pro použití za mokra a sněhu na vozovky, ale i v průmyslu s mokrým procesem výroby a rovněž je zajištěno bezproblémové uložení před konečnou likvidací, například spalováním, dále vyčistí povrch do sucha a případný zbytek, který ulpí na povrchu, nemá negativní dopad na ŽP. Z hlediska aplikace lze konstatovat, že sorbent vykazuje určitou prašnost, která je ovšem srovnatelná s běžně používanými sypkými sorbenty.

Při použití na vodní hladině sorbent plave na hladině, přičemž sorbuje pouze ropné látky. Z hladiny je dobře odstranitelný podebráním sítí. Za nevýhodu můžeme považovat skutečnost, že při promíchání „hlava-pata“, tedy při rozbití „koláče“ sorbentu s ropnou látkou, dochází k jeho ponoření ke dnu.

Sorpční schopnost sorbentu je vysoká, srovnatelná s běžně používanou rašelinou. Objemově je sorbentu méně při stejné hmotnosti s rašelinou při srovnatelných vlastnostech, což je výhoda s ohledem na manipulaci a přepravu.

Zásadní výhodou sorbentu je, že je tvořen převážně odpadními látkami, není tedy nutné spotřebovávat k účelům likvidací havárií sorbenty, které jsou těženy a upravovány (suroviny), jako například rašelina, křemelina apod. Sorbent lze připravit v jakékoli lokalitě, ve které se spaluje biomasa rostlinného původu a vyrábí celulóza. Skutečnost, že se jedná o kombinaci především odpadních látek, by se v konečném důsledku měla pozitivně projevit i z ekonomického hlediska.

Z hlediska průmyslové využitelnosti lze konstatovat, že tento práškový sorbent lze použít pro likvidaci a dočišťování extrahovatelných látek a jimi tvořených disperzí a emulzí z pevných povrchů, především komunikací, půdy, kameniva, a při dodržení výše zmíněných zásad i na klidné vodní hladině.

Vzhledem k tomu, že se neustále mění jak charakter nebezpečných látek (používáním nových technologií při výrobě), tak i sortiment nabízených prostředků pro likvidaci následků jejich úniku, je nezbytné věnovat tomuto tématu pozornost i v budoucnosti, aby byla zachována aktuálnost postupů likvidace havárií nejen na vodních tocích. Je důležité věnovat problematice sorpčních látek zvýšenou pozornost, protože správná volba typu sorbentu může uchránit hodnoty velkého rozsahu a o ochranu životního prostředí jde především.

Seznam použité literatury:

- [1] VOJTĚŠEK R.: Bakalářská práce, *Likvidace havárií na vodním toku*, Ostrava 2009.
- [2] ZNEČIŠŤOVÁNÍ VOD: <http://referaty-seminarky.cz/globalni-problemy-zivotniho-prostredi/>
- [3] KVARČÁK M., VAVREČKOVÁ J., ŽEMLIČKA Z.: *Likvidace ropných havárií*, 1. vydání, Ostrava: SPBI 25, 2000. ISBN: 80-86111-61-X, 106 s.
- [4] Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů (vodní zákon).
- [5] DOPRAVNÍ FAKULTA JANA PERNERA, UNIVERZITA PARDUBICE: http://envi.upce.cz/pisprace/prezencni/23_01_4.doc
- [6] Bojový řád jednotek požární ochrany: *Ropné havárie-norné stěny*: http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/hasici/izs/bojrad/ml_111.pdf
- [7] REO AMOS. *Katalog 2009/1*. Firemní materiál. 2003
- [8] Seminární práce - autor: Jan Erben, Martin Antoš. Dopravní fakulta Jana Pernera, Univerzita Pardubice, obor DP-SV: <http://envi.upce.cz/>
- [9] Užité vzor, číslo ochranného dokumentu 21726 : *Sorbent pro fixaci znečišťujících látek z pevných povrchů a vodní hladiny*, původci: Heviánková Silvie, Bestová Iva, Daxner Jaromír, Václavík Vojtěch
- [10] **METHOD OF CONTINUOUS PRODUCTION OF PEAT-MINERAL HYDROPHOBIC OIL SORBENT** RU2336125 (C1) Zhuchikhin Jurij Sergeevich; Koz Minykh Anatolij Nikolaevich; Tuljankin Gennadij Mikhajlovich
- [11] **METHOD FOR PRODUCTION OF SORBENT** RU2362619 (C1) Synkov Andrej Vjacheslavovich; Filonenko Jurij Jakovlevich; Glazunova Inna Vladimirovna; Filonenko Viktor Jur Evich
- [12] **METHOD OF PRODUCTION OF THE SORBENT FOR PURIFICATION OF WASTE WATERS FROM THE LIGHT OIL PRODUCTS** RU2270718 (C1) Ispirjan Svetlana Rafailovna
- [13] **OIL SORBENT MATERIAL** WO0111126 (A1) Shaw Wayne E; Trabbold Mark; Knapp Kenneth D
- [14] **POLYURETHANE SORBENT OF HYDROCARBONS AND METHOD OF CLEANING AQUEOUS MEDIA AND SOLID SURFACES FROM HYDROCARBON POLLUTION** RU2345836 (C1) Zenitova Ljubov Andreevna; Chikina Natal Ja Sergeevna; Mukhamedshin Aleksandr Valer Evich; Ogorodnikova Anna Vladimirovna

[15] METHOD OF PREPARING SORBENT FOR TREATING WATER TO REMOVE ORGANIC IMPURITIES RU2206393 (C2) Shapkin Nikolaj Pavlovich

[16] SPOSOB ODSTRANOVANIA IONOV TAZKYCH KOVOV Z ICH VODNYCH ROZTOKOV CS 242324, Fuska Jan, Ing. Drsc.; Fuskova Alzbeta, Ing.; Lublinsky Pavol, Ing.; Proksa Bohumil, Ing.; Kovacova Gabriela

[17] POSYPOVÝ MATERIÁL K SORPCI KAPALIN A DŮSLEDNÉMU OČIŠTĚNÍ PEVNÉHO POVRCHU CZ 297246, František Friedl Ing., Pardubice, CZ

[18] SORBENTY Z UHLÍKATÝCH ČÁSTIC CZ 289426, UNIPETROL RPA, s. r. o., Litvínov, CZ

[19] ČINIDLO PRO LIKVIDACI KAPALNÝCH, KVAZIPLASTICKÝCH, RHEOPEXNÍCH I POLOTUHÝCH LÁTEK A JEJICH SMĚSI CZ 280506, UNIPETROL RPA, s. r. o., Litvínov, CZ

[20] SORBENT PRO FIXACI TOXICKÝCH, RADIOAKTIVNÍCH A ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK CZ 278405, CINIS SPOL. S R.O., Údlice, CZ

Seznam příloh:

Příloha č.1

Lukofob 39

- Žlutá až žlutohnědá kapalina silně alkalické reakce, bez zápachu, neomezeně mísitelná s vodou. Účinnou složkou je metylsilanolát draselný.
- **Lukofob 39** je dodáván jako koncentrát, který se ředí vodou v poměrech uvedených v tabulce. Míra naředění závisí na porózitě podkladu a způsobu aplikace.
- **Použití:** hydrofobizace všech porézních silikátů jako omítka, plynosilikát, beton, pískovec, cihly, pálená střešní krytina. Naředěný roztok Lukofobu 39 v poměru 1:10 lze též použít pro beztlakovou chemickou injektáž zdiva zamokřeného vztlínající zemní vlhkostí. Technologický postup injektáže je popsán v samostatném prospektu.
- Způsob aplikace: naředěný roztok Lukofobu 39 se aplikuje na silikátové podklady v jedné Detvě tak, aby došlo k jeho úplnému vsáknutí. Účinná složka se působením oxidu uhličitého chemicky naváže uvnitř pórů ošetřovaného podkladu a zajistí tak dlouhodobou hydrofobitu. **Aplikovaný roztok nesmí v žádném případě stékat po stěnách, neboť pak hrozí nebezpečí tvorby výkvětů!**

Stříkání roztoku Lukofobu 39 je možné provádět běžným postřikovačem a to stejnoměrně křížovým nánosem z menší blízkosti, doku je roztok vsakován.

Nanášení štětkou je méně produktivní a je třeba dbát na stejnoměrný nános a nevynechat žádnou část plochy, protože ta začne po čase tmavnout v důsledku větší špinavosti.

Hydrofobizace máčením se provádí zejména u nové střešní krytiny. Doba máčení je cca 0,5 až 5 minut. V okamžiku, kdy přestanou vystupovat bublinky z povrchu máčeného materiálu, je doba máčení postačující.

Orientační spotřeba naředěného Lukafobu 39 je 0,25 až 1,5 l na 1 m² ošetřené plochy, přičemž záleží na porózitě materiálu, době máčení a koncentraci hydrofobizačního roztoku. Zaschnutí nastává za normálních podmínek (20°C) do 2 hod. Největší hydrofobní efekt se projeví až po několika dnech.

- **Technické parametry Lukofobu 39:**

| | |
|------------------------------|-------------------------|
| Barva | nažloutlá až žlutohnědá |
| Obsah netěk.složek (% hmot.) | 36-43 |
| Obsah účinné látky (% hmot.) | 17-23 |
| Hustota | 1270-1300 |
| pH | 13 |
| Bod tuhnutí (°C) | pod - 10 |